



Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum automatischen Sortieren von Abfallmaterial, insbesondere Kunststoffabfällen vorzugsweise in großen Quantitäten und eine Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens mit vorzugsweise mechanischen und motorisch angetriebenen Einrichtungen zur Sortierung von Materialien, Körpern od. dgl. nach Größe und/oder Dichte und/oder Volumen, wie Schüttelsiebe, Siebbänder, Siebtrommeln, Vibrationsgeräte, Zellenradschleusen, Windsichter, ballistische Sortierer, Absaugeeinrichtungen u. dgl. einzeln oder zumindest teilweise in Kombination, wobei das vorselektierte und gegebenenfalls vereinzelte Abfallmaterial einem Förderband zugeführt wird. Ebenso bezieht sich die Erfindung auf ein Verfahren zur Spektralanalyse von Stoffen, wie es insbesondere für das erstgenannte Verfahren zum Einsatz kommen kann, sowie auf eine zugehörige Vorrichtung.

Abfall, insbesondere städtischer und Industrie-Müll, ist naturgemäß sowohl hinsichtlich seiner Größe als auch bezüglich der Zusammensetzung sehr heterogen, was die Sortierung verhältnismäßig schwierig macht. Diese Schwierigkeit vergrößert sich besonders dann, wenn es darum geht, einen Teil des Abfalles so aufzubereiten, daß er einer erneuten Verwendung zugeführt werden kann. Nun beschreibt die EP-B-82 815 ein Verfahren, bei dem es in überraschender Weise gelingt, praktisch eine Sortierung nach chemischen Inhaltsstoffen des Abfalles einfach durch Sortieren nach Größe herbeizuführen, wenn einmal aufgrund einer Müllanalyse festgestellt wurde, welche Fraktionen bestimmte chemische Eigenschaften besitzen. Allerdings geht es in dieser Schrift nicht um eine Wiederverwendung des Materials im engeren Sinne, d. h. um eine Wiederverwendung in jenem Einsatzgebiete, aus dem die Abfälle stammen, sondern um eine Verbrennung oder Kompostierung.

Naturgemäß sind aber die Anforderungen hinsichtlich der Stoffqualität größer, wenn das Abfallmaterial derart sortiert werden soll, daß es einer Wiederverwendung zugeführt werden kann. Dies gilt im besonderen Maße für die Wiederverwendung von Kunststoffen, die je nach ihrer chemischen Zusammensetzung einer unterschiedlichen Behandlung bedürfen. Ergeben sich beim Sortieren dann zu große Ungenauigkeiten, so ist die ganze Wiederaufbereitung in Frage gestellt.

Bisher hat man sich in der Praxis hauptsächlich auf eine Handsortierung gestützt, wenn es darum ging, Kunststoffabfälle neu zu verarbeiten. Selbstverständlich sind auch die verschiedensten Methoden bekannt, um die chemische Zusammensetzung — auch von Kunststoffen diverser Materialien — festzustellen. Diese Untersuchungsmethoden scheitern aber in der Praxis an der großen Quantität der anfallenden Müllmengen und konnten daher bisher für diese Zwecke kaum verwendet werden.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, ein Sortierverfahren für Abfallmaterial, insbesondere von Kunststoffabfällen, zu schaffen, mit denen auch große Mengen an Abfall automatisch mit großem Genauigkeitsgrad sortiert werden können. Erfindungsgemäß wird daher bei einem Verfahren der eingangs erwähnten Art vorgeschlagen, daß die Sortierung in mindestens zwei Schritten durchgeführt wird, wobei in einem ersten Schritt eine Vorsortierung nach vorzugsweise einem von der stofflichen Zusammensetzung des Abfallmaterials abweichenden Kriterium und anschließend in einem

zweiten Schritt eine Sortierung nach stofflichen Kriterien vorgenommen wird.

Hier macht sich also die Erfindung, die aus der EP-B-82 815 bekannte Erfahrung zunutze, daß eine Sortierung nach von der stofflichen Zusammensetzung abweichenden Kriterien bereits eine gewisse Konzentration einzelner chemischer Stoffe in den einzelnen Fraktionen mit sich bringen kann. Es ist dann wesentlich leichter, aus diesen angereicherten Fraktionen eine Auslese nach Kriterien der stofflichen Zusammensetzung durchzuführen. Versuche der Anmelderin haben dies auch bestätigt.

In weiterer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird vorgeschlagen, daß auch die Vorsortierung in mindestens zwei Schritten durchgeführt wird, wobei vorzugsweise diese Vorsortierung nach Größe und/oder Dichte und/oder Volumen des Abfallmaterials vorgenommen wird. Diese Maßnahmen haben sich als günstig erwiesen und es ist vorteilhaft, wenn die Vorsortierung wenigstens einen Siebvorgang umfaßt. Es ist aber auch von Vorteil, wenn dieser Verfahrensschritt einen Sichtvorgang unter Anwendung von Gas, insb. Luft, aufweist.

Um die Genauigkeit zu erhöhen, wird gemäß einem weiteren Kennzeichen der Erfindung vorgesehen, daß vorzugsweise während der Vorsortierung, jedoch stets vor der Sortierung nach stofflichen Kriterien eine Vereinzelung des Abfallmaterials durchgeführt wird. Hierdurch können in vorteilhafter Weise gut trennbare Volumina zuverlässig geprüft werden.

Da die stoffliche Sortierung nach der Vorsortierung relativ rasch vor sich gehen muß, wird in weiterer Ausgestaltung der Erfindung vorgeschlagen, daß zur Überprüfung bzw. Feststellung der stofflichen Kriterien des bereits vorsortierten Abfallmaterials im zweiten Schritt ein Spektrogramm des Abfallmaterials ermittelt wird, wobei vorzugsweise das Spektrogramm interferometrisch, insbesondere durch eine Fourier-Analyse oder eine Fast-Fourier Analyse ermittelt wird. Besonders genaue Ergebnisse erhält man beispielsweise mit einem Polarisationsinterferometer, wie dies in der WO90/10191 beschrieben ist. Besonders bevorzugt ist jedoch hierzu ein Verfahren zur Spektralanalyse wie es später noch im einzelnen beschrieben wird und den Gegenstand des Anspruches 11 bildet.

Nach einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird vorgeschlagen, daß insbesondere bei interferometrischer Ermittlung des Spektrogrammes unter Aufsichtbeleuchtung des vorzugsweise unterschiedliche Größen und/oder Volumina aufweisenden Abfallmaterials während des Analysevorganges eine Abstandsmessung eines Meßkopfes der Analyseeinrichtung zum der Prüfung unterzogenen, vorzugsweise vereinzelt Abfallmaterials durchgeführt wird und ein aus dieser Abstandsmessung abgeleitetes Signal als Korrektursignal od. dgl. in funktionellem Zusammenhang mit dem vorzugsweise interferometrisch ermittelten Spektrogramm gesetzt wird oder dieses Signal als Steuersignal zur selbsttätigen Einstellung eines vorbestimmten Abstandes des Meßkopfes zum zu prüfenden Abfallmaterial herangezogen wird.

Durch die oben genannten erfindungsgemäßen Maßnahmen wird in vorteilhafter Weise eine vereinfachte Anpassung an große Mengenströme erreicht. Auch wird die Gefahr der Verschmutzung des Analysengerätes besser vermieden. Haben die zu prüfenden Materialien unterschiedliche Materialien, so ergeben sich gera-

de bei der Benützung von reflektierten Strahlen Veränderungen des Signales in Abhängigkeit vom Abstand des Abfalls zum Interferometer. Die Abstandsmessung in das Verfahren miteinzubeziehen eliminiert in vorteilhafter Weise diese nachteiligen Effekte.

Rasch kann das Sortiervverfahren durchgeführt werden, wenn nach weiterer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen wird, daß vorzugsweise für eine Vielzahl von unterschiedlichen stofflich beschaffenen Abfallmaterialien Spektrogramme unter Berücksichtigung verschiedener Meßabstände als charakteristische, vorzugsweise mehrdimensionale Soll-Spektrogramme gespeichert werden, diese mit Ist-Spektrogrammen jedes im Sortiervverfahren geprüften Abfallmaterials verglichen werden und das aus dem Vergleich abgeleitete Resultatsignal zumindest als Steuersignal für den selektiven Sortiervorgang herangezogen wird. Bei den oben genannten Spektrogrammen ergeben sich mehrdimensionale Diagramme mit verschiedenen Variablen, darunter auch "Wellenlänge", "Entfernung" und "Material" und entsprechende sog. Cluster von charakterisierenden Punkten. So kann also auch die Meßentfernung gewünscht falls aus dem Spektrogramm gelesen werden, in welchem Falle auf eine gesonderte Entfernungsmeßeinrichtung verzichtet werden kann.

Bei einer Einrichtung der eingangs erwähnten Art zur Durchführung des oben beschriebenen Verfahrens wird in weiterer Ausgestaltung der Erfindung vorgeschlagen, daß das Förderband an eine Stoffanalyseeinrichtung geführt ist, die ein Interferometer, insb. ein Polarisationsinterferometer aufweist, das mit einer Auflicht-Beleuchtungseinrichtung für das Abfallmaterial ausgerüstet ist, die vorzugsweise zumindest annähernd parallel ausgerichtete Lichtstrahlen emittiert, wobei das Ausgangssignal des Interferometers einer Auswerteeinrichtung zur Durchführung einer Fourier-Analyse, insb. Fast-Fourier-Analyse, zugeführt ist, welche Auswerteeinrichtung eine Vergleichseinrichtung für vom analysierten Abfallmaterial abgeleitete Spektrogramme und vorbestimmte gespeicherte Spektrogramme aufweist, wobei das Ausgangssignal der Vergleichseinrichtung zur Steuerung von Aktuatoren, elektrostatischen und/oder pneumatischen und/oder elektromechanischen Auswerfern, Schiebern od. dgl. für das geprüfte und qualifizierte Abfallmaterial vorgesehen ist. Diese Einrichtung ermöglicht eine effiziente und kostengünstige Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, wobei die Messung kontaklos erfolgt.

Besonders universell kann die erfindungsgemäße Einrichtung eingesetzt und das Verfahren rasch durchgeführt werden, wenn in weiterer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen wird, daß eine Abstandsmesseinrichtung zur Ermittlung des Abstandes des zu prüfenden Abfallmaterials zum Meßkopf der Analyseeinrichtung vorgesehen ist, deren Ausgangssignal der Auswerteeinrichtung zur vorzugsweise rechnerischen Kompensation der Meßentfernung und/oder zur selbsttätigen Einstellung einer vorbestimmten Meßentfernung der Analyseeinrichtung zum Abfallmaterial am Förderband zugeführt ist.

Hierbei ist von Vorteil, wenn erfindungsgemäß die Einrichtung zur Abstandsmessung eine berührungslos arbeitende aktive oder passive Entfernungsmeßeinrichtung für nicht kooperative Meßobjekte ist, wobei als Meß-Strahlung Licht, Infrarotstrahlung, Mikrowellenstrahlung oder Ultraschall vorgesehen ist und die Meßentfernung durch Signallaufzeit oder Meß-Strahlablenkung nach trigonometrischen Rechenregeln ermittelbar

ist.

Nach einem anderen Aspekt liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, die Sortierung zu beschleunigen, um große Massenströme bewältigen zu können. Denn der große Anfall von Müll erfordert immer mehr den Einsatz von selbsttätigen Sortiereinrichtungen etc., um sowohl die Entsorgung als auch die Wiedergewinnung von Rohstoffen bzw. Materialien kosteneffizient zu ermöglichen. Hierzu ist es erforderlich, Verfahren anzuwenden bzw. Einrichtungen einzusetzen, die Stoffe erfassen, an diesen berührungslos optische Messungen vornehmen, spezifische spectrale Parameter vergleichen und dieses Analyseergebnis zur selbsttätigen Steuerung gegebenenfalls verfügbar machen.

Zur Spektralanalyse erfordert ein Interferometer die mechanische Abtastung des gesamten Spektralbereiches. Hierzu wird ein Prisma im Strahlengang der Apparatur verschoben. Dieser Bewegungsvorgang bedarf eines gewissen Zeitbedarfs, der zwar nicht allzu groß ist, aber doch eine rasche Messung bzw. Erfassung von Stoffen, wie beispielsweise einen Förderkanal durchlaufender oder einen Füllschacht durchvfallender Körper od. dgl. nicht ermöglicht.

Ausgehend von einem Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruches 17 liegt der Erfindung daher in weiterer Ausgestaltung die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, die die Nachteile der interferometrischen Spektralanalyse vermeiden und eine Erhöhung der Meßgeschwindigkeit erzielen. Gemäß der Erfindung werden bei einem Verfahren der eingangs erwähnten Art die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 17 vorgeschlagen. Dadurch, daß der zu messende Stoff während seiner Förderbewegung be- oder durchstrahlt wird, ist ein Anhalten des jeweiligen Stoffes in einer bestimmten Position nicht mehr erforderlich. Auch die Tatsache, daß mehrere strahlungselektrische Wandler vorgesehen sind, spart Zeit, die sonst für die aufeinanderfolgende Abtastung des Spektrums notwendig wäre. Somit ist dieses Verfahren schnell durchführbar und erbringt die erforderlichen Meßwerte zur Klassifikation des erfaßten Stoffes. Da der zu vermessende Stoff, Körper, etc. im Meßfeld nicht mehr angehalten zu werden braucht, wird ein kontinuierlicher und zeitsparender Ablauf beispielsweise eines Sortierprozesses erreicht.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird vorgeschlagen, daß der zu erfassende bzw. zu messende Stoff an den lichtelektrischen Wandlern zur Spektralanalyse vorbeigeführt wird, wobei vor jeder Messung des zu untersuchenden Stoffes das umgebende Medium, wie Luft od. dgl., mit den strahlungselektrischen Wandlern und der angeschlossenen spektrometrischen Analyseeinrichtung erfaßt und gemessen wird und die aus dieser vorzeitigen Messung abgeleiteten Meßwerte zur Standardisierung des Ruhesignales der lichtelektrischen Wandler herangezogen werden. Hierdurch werden für alle Meßvorgänge gleiche Ausgangsbedingungen geschaffen, die zur Meßgenauigkeit und somit zum störungsfreien Betrieb wesentlich beitragen, was insbesondere für den industriellen Einsatz von wesentlicher Bedeutung ist.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird vorgeschlagen, daß durch Vorbeiführen des zu untersuchenden Stoffes an mindestens einem strahlungselektrischen Wandler eine signifikante Änderung dessen Ausgangssignales eingeleitet wird, welche Änderung zur Aktivierung der Spektralanalyse des Stoffes herangezogen wird. Hierdurch wird selbsttätig in einfachster Weise

ohne Verwendung zusätzlicher Einrichtungen, wie Lichtschranken, Sensoren etc. der Meßvorgang bzw. die Spektralanalyse eingeleitet.

Nach einem weiteren bevorzugten Merkmal der Erfindung wird vorgeschlagen, daß die Ausgangssignale der strahlungselektrischen Wandler während der Zeitdauer des Vorbeiführens des zu messenden Stoffes zumindest in vorzugsweise vorbestimmten Zeitintervallen der Spektralanalyse unterzogen werden. Durch diese Maßnahme werden je untersuchtem Stoff, Körper od. dgl. während des Passierens durch das Gesichtsfeld der strahlungselektrischen Wandler eine Vielzahl von Messungen vorgenommen, der Analyseeinrichtung zugeführt und dem Auswerteprozeß unterworfen. Hierdurch steigt nicht nur die Genauigkeit des Meßverfahrens sondern auch die Möglichkeit, Stoffe, Körper und dergleichen zu erkennen, die zum Teil durch Etiketten, Lackierungen etc. abgedeckt sind.

Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einer Strahlungsquelle und einer strahlungselektrischen Sensoreinrichtung, insbesondere zur Steuerung von selbsttätigen Sortiervorrichtungen, vorzugsweise für Kunststoffkörper, wie Kunststoffflaschen, Verpackungsmaterial, etc. zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die Merkmale des Anspruches 15 vorgeschlagen. Durch diese Ausgestaltung wird eine Vorrichtung geschaffen, die selbst lediglich geringen apparativen Aufwandes bedarf, die eine rasche Erfassung bzw. Messung der Stoffe ermöglicht und fernerhin eine Sortierung der gemessenen Stoffe durchführt.

Durch die bevorzugte erfindungsgemäße Ausführungsform, daß an mindestens einen strahlungselektrischen Wandler zumindest mittelbar ein Schwellwertschalter bzw. eine Schwellwert-Programmfunktion zur Aktivierung des Spektralanalyseprozesses angeschlossen ist, wird erreicht, daß die Meßfunktion selbsttätig aktiviert wird, ohne daß ein zusätzlicher Sensor eingesetzt werden muß.

Je nach flächiger oder räumlicher Formgebung des zu vermessenden Stoffes bzw. der zu vermessenden Körper ist es nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung vorteilhaft, die lichtelektrischen Wandler in Form einer Zeile oder einer Matrix aneinanderzureihen, wobei eine Steuereinrichtung zur vorzugsweise zeitsequentiellen Zuführung der Ausgangssignale der Wandler an die Analyseeinrichtung vorgesehen ist. Hierdurch werden an einem Stoff bzw. an einem Körper mehrere Messungen bzw. Spektralanalysen durchgeführt, die einerseits etwaige Störungen hervorgerufen durch Abdeckungen, Verschmutzungen des zu untersuchenden Stoffes, Körpers od. dgl. reduzieren.

Für zahlreiche Anwendungsfälle kann es von Vorteil sein, wenn nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung, die Strahlungsquelle und/oder die strahlungselektrischen Wandler entfernt vom zu messenden Stoff angeordnet sind und über Strahlungsleiter bzw. Faseroptiksysteme mit dem zu messenden Stoff in Wirkverbindung bringbar ist bzw. sind. Hierdurch kann die gegebenenfalls auf Umwelteinflüsse empfindliche Elektronik auf einem sicheren Ort angeordnet werden. Auch die Reinigung der Vorrichtung kann dadurch wesentlich vereinfacht werden, da die Abkopplung der Wandler und/oder der Strahlungsquelle von der Vorrichtung über Strahlungsleiter bzw. der faseroptischen Systeme sehr einfach und in kurzer Zeit durchführbar ist.

Weitere Einzelheiten der Erfindung ergeben sich anhand der nachfolgenden Beschreibung von in der Zeich-

nung schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen:

Fig. 1 veranschaulicht das erfindungsgemäße Verfahren zur Sortierung von Abfallsmaterialien samt den zugehörigen Einrichtungen, und

Fig. 2 zeigt schematisch eine Vorrichtung mit spektrometrischer Analyseeinrichtung und mit von dieser gesteuerter Sortiereinrichtung.

Anhand der Fig. 1 sind mehrere verschiedene Möglichkeiten gezeigt, die alternativ oder kumulativ eingesetzt werden können. So ist es denkbar, daß, z. B. an Sammelstellen gesammeltes Kunststoffmaterial M mittels Lastwagen 1 herantransportiert wird, um – gegebenenfalls nach Zwischenlagerung in einem Zwischenbunker – einer Vereinzelungsvorrichtung 2 zugeführt zu werden. Wie ersichtlich werden die einzelnen Kunststoffbehälter jeweils gesondert einem Transportband 3 übergeben, von wo sie einer Vorsortierung zugeleitet werden. Diese Vorsortierung erfolgt, wie ersichtlich, in zwei Schritten.

Im ersten Schritt erfolgt eine Absiebung, zu welchem Zweck ein Siebband 4 vorgesehen ist, das das hindurchgelassene Kunststoffmaterial an einen Trichter abgibt, an dessen Ausgang eine Zellenradschleuse 6 zur Abgabe des Materials in einen Vorratsbehälter 7 angeordnet ist.

Wie strichliert anhand der Linie 8 angedeutet, kann aber dieses Material unmittelbar der nachgeschalteten Stoffsortierstufe 9 zugeführt werden, die das Material nach stofflichen Kriterien, d. h. unter Durchführung einer chemischen Analyse, prüft. In diesem Falle ist es vorteilhaft, wenn die Zellenradschleuse 6 schrittweise betrieben wird, so daß auf dem Transportwege 8 die Vereinzelung des Materials beibehalten wird. Das Material gelangt dann vereinzelt auf ein Förderband 10, das die einzelnen Teile an einem Polarisationsinterferometer (später Gerät genannt) 11 vorüberführt, das vorzugsweise entsprechend der WO 90/10191 ausgebildet ist. Im Gegensatz zu dieser bekannten Ausführung arbeitet jedoch das Gerät 11 mit einer Auflicht-Lampe 12, so daß das Gerät 11 das vom Stoff reflektierte Licht erhält. Dabei ist der Lichtquelle 12 vorzugsweise eine Optik, insbesondere eine Spiegeloptik 13 zugeordnet, die die Beleuchtungsstrahlen 14 wenigstens annähernd parallel ausrichtet, da dadurch die Empfindlichkeit des Gerätes 11 auf Entfernungsunterschiede vermindert wird.

Zusätzlich oder alternativ kann mit dem Gerät 11 ein Abstandsmesser verbunden sein. Dieser Abstandsmesser ist im dargestellten Ausführungsbeispiel von zwei an einer Basis gelegenen lichtelektrischen Wandler 15 gebildet, die das aus der Lichtquelle 12 stammende und vom jeweiligen Material reflektierte Licht erhalten. An sich könnte einer der lichtelektrischen Wandler 15 auch durch eine Lichtquelle ersetzt sein, doch ist dies im vorliegenden Falle nicht erforderlich, da ja durch die Lichtquelle 12 eine ausreichende Beleuchtung gesichert ist. Im übrigen kann die Abstandsmeßeinrichtung 15 auf beliebige Weise ausgebildet sein, beispielsweise eine Diodenzeile beinhalten oder als Laufzeitentfernungsmesser, z. B. mit Ultraschall, ausgebildet sein. Es ist aber auch möglich, die Abstandsmessung durch entsprechende Auswertung des Spektrogrammes durchzuführen.

In jedem Falle ergibt sich an einer Ausgangsleitung 20 ein durch die Interferenzen bestimmtes Ausgangssignal des Gerätes 11, das einer Auswerteeinrichtung 16 zur Durchführung einer Fourier-Analyse, insbesondere einer Fast-Fourier-Analyse zugeführt wird. Das Auswertegerät 16 vergleicht sodann vorzugsweise das aus

dieser Analyse entwickelte Spektrogramm mit mindestens einem gespeicherten Soll-Spektrogramm, um die chemische Zusammensetzung des jeweiligen Materiales festzustellen, und betätigt dementsprechend einen Aktuator 17. Im Prinzip läuft dies also in ähnlicher Weise ab, wie dies in der EP-A-0 475 121 dargestellt und beschrieben ist. Dort werden vor allem elektrostatische und pneumatische Aktuatoren zum Aufwerfen der aussortierten Teile genannt, doch kann es sich beim Aktuator 17 auch um einen mechanischen handeln, der beispielsweise einen elektrofuidischen Wandler 18 zur Umwandlung des über eine Ausgangsleitung 19 erhaltenen Signales in ein entsprechendes fluidisches, z. B. pneumatisches, Signal an Ausgangsleitungen 21 aufweisen, wobei die Ausgangsleitungen 21 an einen Betätigungszyylinder 22 zur Betätigung eines Schiebers 23 steuert. Ebenso wie in der genannten EP-A-0 475 121 ist es ohne weiteres möglich, mehrere solcher Aktuatoren 17 entlang des Bandes 10 anzuordnen, um je nach dem auszusortierenden Material den einen oder anderen zu betätigen.

Die Erfindung ist aber keineswegs bloß für bereits vorsortiertes Kunststoffmaterial anwendbar, wie es von den Lastwagen 1 angeliefert wird. Es wird auf die DE-A-38 36 608 bezug genommen, bei der es hauptsächlich um die Verarbeitung von sog. Grünmüll geht, der häufig einen gewissen Anteil an Kunststoffen enthält. Nach dieser DE-A- ist eine, vorzugsweise aus mehreren Abteilen mit verschiedener Lochgröße bestehende Siebtrommel 24 vorgesehen, an die ein Gebläse 26 für einen eine Fraktion des Siebdurchfalles aufnehmenden Windsichters 25 angeschlossen ist. Dabei wird die Sichtluft zweckmäßig im Kreislauf betrieben, zu welchem Zwecke der Windsichter 25 in ein Zyklon 27 einmündet, innerhalb dessen die ausgesonderte Kunststofffraktion nach unten abgesetzt wird, wogegen die Luft wieder zum Gebläse 26 läuft. An der Unterseite des Zyklons 27 ist eine Zellenradschleuse 106 vorgesehen, die — in ähnlicher Weise wie die Zellenradschleuse 6 — zweckmäßig schrittweise betrieben werden kann, um an einem vorüberlaufenden Transportband 28 vereinzelte Kunststoffteile 29 abzulagern.

Vom Transportband 28 kann das so vereinzelte Gut wiederum der schon beschriebenen Analysier- und Sortierstufe 9 zugeführt werden. Es versteht sich, daß — gerade bei Grünkompost — die ausgesiebte Fraktion einen hohen Anteil an feinen Kompostteilen mit sich führen kann, die aber in dem Windsichter 25 entsprechend der Offenbarung der DE-A 38 36 698 ausgesondert wird.

Die verschiedenen Sortiermethoden können im Rahmen der Erfindung in Kombination miteinander angewandt werden, wenn man beispielsweise ein Vibrationsgerät 30 anwendet, das als Schüttelsieb oder als bekannter Schwerteilausleser ausgebildet sein kann. Wird das Material, z. B. ähnlich der Ausführung der CH-PS 522 451, oder der DE-A-23 37 808, über einen Einfüllstutzen 31 eingeführt und gelangt auf mindestens einen Siebboden 104. Es können aber auch mehrere Siebböden übereinander mit abnehmendem Lochquerschnitt angeordnet werden. Ferner ist zur Absaugung einer Feinfraktion ein Absaugstutzen 32 angeschlossen, und es kann die Vibration des Siebbodens 104 derart ausgelegt sein, daß sich die Schwerteile an der Oberseite dieses Siebes sammeln.

Auf diese Weise können — außer dem Absaugstutzen 32 — noch drei Auslässe 32a, 32b, 32c für unterschiedliche Fraktionen vorgesehen sein, die dann jeweils in einem

(hier nicht dargestellten) Zwischenspeicher, z. B. ähnlich dem Zwischenbehälter 7, Material zuführen, oder über eine Mehrwegeweiche 33 das Material unmittelbar an die Sortierstrecke 9 abgeben.

Obwohl es bevorzugt ist, anschließend an eine Siebung eine weitere Sichtung anzuschließen, kann gegebenenfalls darauf auch verzichtet werden. Im Falle des Siebes 4 ist ein ballistischer Sortierer 34 nachgeschaltet, der gemäß der WO91/01817 eine Bürstenwalze 35 aufweist. Infolge der Nachgiebigkeit der Oberfläche dieser Bürstenwalze 35 werden schwerere Teile tiefer einsinken und dann nach unten, auf einen Bandförderer 36 abgelenkt werden, wogegen leichtere Teile tangential abgeschleudert werden und über einen Förderer 37 einem Zwischenlager 38 zugeführt werden. Wie ersichtlich gelangen die Teile vom Förderer 36 unmittelbar auf die Analysier- und Sortierstrecke 9, doch kann auch das vom Förderer 37 kommende Material entsprechend der Linie 39 der Analysierstrecke 9 zugeführt werden.

Obwohl es also nicht bevorzugt ist, lediglich eine einzige Art von Vorsortierung vorzunehmen, kann eine solche in mehreren Stufen erfolgen, in dem das Material einem Einfülltrichter 40 zugeführt wird, der zweckmäßig von einer Zellenradschleuse 41 abgeschlossen ist. Unterhalb der Zellenradschleuse befindet sich ein Förderkanal 42, an den eine Anzahl von Windsichtern, vorzugsweise von zick-zack-Windsichtern 43 angeschlossen ist.

Um nun das den Kanal 42 zugeführte Material zu veranlassen, in die Windsichterkanäle 43 hochzusteigen, können Impulsdüsen 44 jeweils am Eingang eines Windsichterkanales vorgesehen sein, die das Material in den Windsichterkanal umlenken. Alternativ oder zusätzlich sind an die Oberseite der Windsichterkanäle 43 Saugleitungen 45 angeschlossen. In jedem Falle wird das leichtere Material nach oben geführt, wogegen das schwere in den Förderkanal 42 zurücksinkt und zum nächsten Windsichter mitgenommen wird. Dabei kann die Anordnung zweckmäßig so getroffen sein, daß jeder der Kanäle 43 eine andere Fraktion aussortiert, sei es dadurch, daß die Strömungsverhältnisse in diesen Kanälen unterschiedlich gestaltet werden (größerer oder kleinerer Druck bzw. Windgeschwindigkeit), und/oder daß die Kanäle unterschiedlich, z. B. mit unterschiedlichem Querschnitt gestaltet sind.

Die Ausgänge dieser Windsichterkanäle 43 können wiederum über eine Rohrweiche 133 wahlweise der Analysier- und Sortierstrecke 9 unmittelbar zugeführt werden oder einem (hier nicht dargestellten) Zwischenbunker.

Es versteht sich, daß im Rahmen der Erfindung zahlreiche Varianten denkbar sind, insbesondere können die verschiedenen Methoden der Vorsortierung miteinander kombiniert werden, beispielsweise, indem man die Sortierwirkung von Wirbelbetten mit zur Vorsortierung heranzieht. Ferner ist die Sortierung nach stofflichen Kriterien auf die verschiedenste Weise möglich, beispielsweise auch chromatographisch. Falls ein Spektrometer verwendet wird, ist die Verwendung von elektromagnetischer Strahlung im nahen Infrarotbereich günstig, aber nicht Bedingung; beispielsweise kann auch Licht des sichtbaren Bereiches herangezogen werden. Es versteht sich auch, daß die Auflichtbeleuchtung zwar günstig ist, daß es aber ebenso denkbar wäre, das zu sortierende Material über einen, z. B. schrägen, Schacht zu leiten, in dem die Sonde eines Spektrometers untergebracht ist.

Eine besonders günstige Vorrichtung zur stofflichen

Sortierung mittels eines Spektrometers ist an Hand der Fig. 2 gezeigt, w bei Teile gleicher Funktion dieselben Bezugszeichen wie in Fig. 1, Teile nur ähnlicher Funktion dieselben Bezugszeichen, jedoch mit hinzugefügter Hunderterziffer besitzen.

In Fig. 2 ist mit 110 ein Fallschacht bezeichnet, in den Stoffe wie aus Kunststoff gefertigte Flaschen M eingebracht werden. Derartige Flaschen M können aus den unterschiedlichsten Materialien hergestellt sein. Für die Weiterverarbeitung von Müll bzw. für die Wiedergewinnung von Materialien aus der Müllverwertung ist es aber unbedingt erforderlich festzustellen, ob die Flaschen M beispielsweise aus Polyester, oder aus Polyamid oder aus Polyvinylchlorid hergestellt sind. Um nun festzustellen, aus welchem Material bzw. aus welchem Stoff die Flaschen M hergestellt sind, ist der Fallschacht 1 mit einer spektrometrischen Analyseeinrichtung 111 ausgerüstet.

Die spektrometrische Analyseeinrichtung 111 weist die Lichtquelle 12 in Form einer elektrischen Glühlampe auf. Diese Lichtquelle 12 ist an der Wandung des Fallschachtes 110 außenseitig angebracht und strahlt durch ein nicht dargestelltes Fenster in den Fallschacht 110. Gegenüber der Lichtquelle 12 ist ebenfalls außenseitig an der Wandung des Fallschachtes 110 eine Vielzahl von lichtelektrischen Wandlern 50 angeordnet. Diese lichtelektrischen Wandler 50 können in Form einer Zeile aneinandergereiht oder auch flächig in Form einer Matrix bzw. eines Arrays angeordnet werden. Als lichtelektrische Wandler 50 können Photodioden, CCD-Zeilen, CCD-Arrays oder parallel auslesbare Arrays verwendet werden. Diesen Wandlern 50 sind — falls erforderlich — optische Systeme zur Kollimation od. dgl., jedenfalls aber eine an sich bekannte Zerlegungseinrichtung für das Spektrum (nicht dargestellt), vorzusetzen.

An die Ausgänge 60 der lichtelektrischen Wandler 50 ist wiederum die elektronische digitale Recheneinrichtung 16 angeschlossen. Die von den lichtelektrischen Wandlern 50 zugeführten Ausgangssignale stehen in funktionellem Zusammenhang mit dem Spektrum des untersuchten Stoffes und stellen das jeweilige Ist-Spektrum dar. Die Recheneinrichtung 16 besitzt Speichereinrichtungen für Soll-Spektren. Diese Soll-Spektren wurden bereits früher mit Hilfe von bekannten Stoffen bzw. Materialien gemessen und gespeichert. Fernerhin besitzt die Recheneinrichtung 16 eine Vergleichseinrichtung für dem Soll-Spektrum und dem Ist-Spektrum entsprechende Signale.

Bei der Anordnung der Lichtquelle 12 und der lichtelektrischen Wandler 50 ist auf die zu erfassenden und vermessenden Stoffe bzw. Körper Bedacht zu nehmen. So kann es vorteilhafter sein, an Stelle einer Durchlichtbeleuchtung, vom Körper reflektierte Strahlung oder beides zu analysieren und auszuwerten.

Fernerhin kann die geometrische Anordnung der einzelnen lichtelektrischen Wandler auf die Größe, auf das Format und auch auf die Gestalt der zu erfassenden Körper abgestellt werden. Oftmals sind Kunststoffflaschen mit Etiketten, Schildern oder dergleichen versehen, die das Analyseverfahren stören würden. Um dies zu vermeiden, kann die Zuführung der Ausgangssignale der lichtelektrischen Wandler an die Recheneinrichtung zeitsequentiell vorgenommen werden, so daß eine Vielzahl von Meßwerten je Körper verfügbar gemacht sind und jene Meßwerte im Analyse-Rechenprozeß aus-
60
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000

kann die Frequenz der Meßfolge vorbestimmt und eingestellt werden. Bei der Wahl der Meßfolge ist aber die Transportgeschwindigkeit der Körper zu berücksichtigen.

Die spektrometrische Analyseeinrichtung kann kontinuierlich in Betrieb sein und hierbei das umgebende Medium, wie Luft etc., vermessen. Dies führt zu einer Standardisierung des Ruhesignales jedes lichtelektrischen Wandlers, was die Meßgenauigkeit und Betriebssicherheit erhöht. Sobald ein Körper M in das Gesichtsfeld des in Fallrichtung gesehenen ersten lichtelektrischen Wandlers 50 eintritt, unterläuft dessen Ausgangssignal sprunghaft einer Änderung. Ist an diesem ersten lichtelektrischen Wandler 50 ein Schwellwertschalter zumindest mittelbar angeschlossen, dann wird dessen Ausgangssignal zur Aktivierung des Vergleichsrechenprozesses herangezogen. Es ist aber ebenso möglich, an Stelle eines separaten Schwellwertschalters, eine Programmfunktion für die Recheneinrichtung 16 vorzusehen, die zur Aktivierung des Vergleichsverfahrens bzw. des Analyseverfahrens herangezogen wird.

Werden sehr verschmutzte Körper bzw. sehr schmutzende Körper vermessen und muß beispielsweise der Fallschacht 110 gemäß der Fig. 2 oftmals gereinigt werden, so können die lichtelektrischen Wandler 50 entfernt angeordnet werden. Die gegebenenfalls hochempfindlichen Photodioden samt Vorverstärker sind einerseits leicht abkuppelbar und zur Reinigung der Transporteinrichtung von dieser entfernbar. Andererseits können kritische Umweltbedingungen wie extreme Temperaturen, Feuchtigkeit etc. von den lichtelektrischen Wandlern 50 ausreichend ferngehalten werden. Dies gilt ebenso für die Lichtquelle 12 bzw. für die Zuführung von Licht an die Körper über Lichtleiter.

Das Ausgangssignal der spektrometrischen Analyseeinrichtung 111 wird einer Positioniereinrichtung 118 und ihrem elektromotorischen Antrieb 122 zugeführt, der beispielsweise über eine Nachlaufsteuerung eine Weiche 123 an die Beschickungsöffnungen eines in mehreren Kammern A, B, C unterteilten Lagerbehälters 74 führt. Die der Kammer A ist beispielsweise für Kunststoffflaschen M aus Polyester, Kammer B für Flaschen aus Polyamid und Kammer C für Flaschen aus Polyvinylchlorid vorgesehen. Hat nun die Messung einer Kunststoffflasche M ergeben, daß es sich um das Material Polyamid handelt, so erhält die Positioniereinrichtung 118 ein Signal von der Recheneinrichtung 16, das sie veranlaßt, die Weiche 123 zur Kammer B zu führen.

Es versteht sich, daß im Rahmen der Erfindung zahlreiche Abwandlungen möglich sind, beispielsweise indem an Stelle von sichtbarem Licht unsichtbare elektromagnetische Strahlung, wie NIR- oder UV-Licht, Mikrowellen usw., einer einzigen oder verschiedener Frequenz verwendet wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zum automatischen Sortieren von Abfallmaterial, dadurch gekennzeichnet, daß die Sortierung in mindestens zwei Schritten durchgeführt wird, wobei in einem ersten Schritt eine Vorsortierung und anschließend in einem zweiten Schritt eine Sortierung nach stofflichen Kriterien vorgenommen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorsortierung nach einem von der stofflichen Zusammensetzung des Abfallmaterials abweichenden Kriterium, bevorzugt in mindestens

zwei Schritten durchgeführt wird, wobei vorzugsweise diese Vorsortierung nach Größe und/oder Dichte und/oder Volumen des Abfallmaterials vorgenommen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß vorzugsweise während der Vorsortierung, jedoch stets vor der Sortierung nach stofflichen Kriterien eine Vereinzelung des Abfallmaterials durchgeführt wird.

4. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, daß zur Überprüfung bzw. Feststellung der stofflichen Kriterien des bereits vorsortierten Abfallmaterials im zweiten Schritt ein Spektrogramm des Abfallmaterials ermittelt wird, wobei vorzugsweise das Spektrogramm interferometrisch, insbesondere durch eine Fourier-Analyse oder eine Fast-Fourier-Analyse ermittelt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß, insbesondere bei interferometrischer Ermittlung des Spektrogrammes unter Auflichtbeleuchtung des vorzugsweise unterschiedliche Größen und/oder Volumina aufweisende Abfallmaterials während des Analysevorganges, eine Abstandsmessung eines Meßkopfes der Analyseeinrichtung zum der Prüfung unterzogenen, vorzugsweise vereinzelt Abfallmaterials durchgeführt wird und ein aus dieser Abstandsmessung abgeleitetes Signal als Korrektursignal od. dgl. in funktionellem Zusammenhang mit dem vorzugsweise interferometrisch ermittelten Spektrogramm gesetzt wird oder dieses Signal als Steuersignal zur selbsttätigen Einstellung eines vorbestimmten Abstandes des Meßkopfes zum zu prüfenden Abfallmaterial herangezogen wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß vorzugsweise für eine Vielzahl von unterschiedlichen stofflich beschaffenen Abfallmaterialien Spektrogramme unter Berücksichtigung verschiedener Meßabstände als charakteristische, vorzugsweise mehrdimensionale Soll-Spektrogramme gespeichert werden, diese mit Ist-Spektrogrammen jedes im Sortiervorgang geprüften Abfallmaterials verglichen werden, und das aus dem Vergleich abgeleitete Resultatsignal zumindest als Steuersignal für den selektiven Sortiervorgang herangezogen wird.

7. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6, mit Einrichtungen zur Sortierung von Materialien, Körpern od. dgl. nach Größe und/oder Dichte und/oder Volumen, wobei das vorselektierte Abfallmaterial einer Förderbahn zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Förderbahn (10; 110) an eine Analyseeinrichtung (11; 111) geführt ist, die ein Spektrometer aufweist.

8. Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine Abstandmeßeinrichtung (15) zur Ermittlung des Abstandes des zu prüfenden Abfallmaterials zum Meßkopf der Analyseeinrichtung (11) vorgesehen ist, deren Ausgangssignal der Auswerteeinrichtung (16) zur vorzugsweise rechnerischen Kompensation der Meßentfernung und/oder zur selbsttätigen Einstellung einer vorbestimmten Meßentfernung der Analyseeinrichtung (11) zum Abfallmaterial an der Förderbahn (10) zugeführt ist.

9. Einrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,

daß die Einrichtung zur Abstandsmessung eine berührungslos arbeitende aktive oder passive Entfernungsmesseinrichtung für nicht kooperative Meßobjekte ist, wobei als Meß-Strahlung Licht, Infrarotstrahlung, Mikrowellenstrahlung oder Ultraschall vorgesehen ist, und die Meßentfernung durch Signallaufzeit oder Meß-Strahlableitung nach trigonometrischen Rechenregeln ermittelbar ist.

10. Einrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß dem Spektrometer eine Auflicht-Beleuchtungseinrichtung (12, 13) für das Abfallmaterial zugeordnet ist, die vorzugsweise zumindest annähernd parallel ausgerichtete Lichtstrahlen emittiert.

11. Einrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Spektrometer als Interferometer, insbesondere Polarisations-Interferometer ausgebildet ist, dessen Ausgangssignal einer Auswerteeinrichtung (16) zur Durchführung einer Fourier-Analyse, insbesondere Fast-Fourier-Analyse, zugeführt ist.

12. Einrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß eine Auswerteeinrichtung (16) mit einer Vergleichseinrichtung für vom analysierten Abfallmaterial abgeleitete Spektrogramme und vorbestimmte gespeicherte Spektrogramme vorgesehen ist.

13. Einrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausgangssignal des Spektrometers einer Steuerung mindestens eines Aktuators (22, 23; 122, 123) zuführbar ist, wie elektrostatischen und/oder pneumatischen und/oder elektromechanischen Auswerfern, Schiebern (17 bis 23), Weichen (123) od. dgl.

14. Einrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Sortiereinrichtung für die Vorsortierung mindestens ein Sieb (4, 24, 104) aufweist.

15. Einrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Sortiereinrichtung für die Vorsortierung mindestens eine Windsichtereinrichtung (27, 32, 43) aufweist.

16. Einrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß eine Vereinzelungseinrichtung (3), gegebenenfalls in Kombination mit einer Vorsortiereinrichtung, z. B. mit einer Zellenradschleuse (6, 106), vorgesehen ist.

17. Verfahren zur Spektralanalyse von Stoffen, insbesondere für die stoffliche Sortierung in einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der zu messende Stoff während seines Transportes entlang einer vorbestimmten Transportbahn von einer elektromagnetischen Strahlungsquelle be- oder durchstrahlt wird und die vom Stoff reflektierte und/oder aus dem Stoff wieder austretende Strahlung gleichzeitig auf mehrere in einer Reihe angeordnete und das Spektrum der vom Stoff abgegebenen Strahlung aufnehmende strahlungselektrische Wandler projiziert wird, deren Ausgangssignal einer Spektralanalyse in einer spektrometrischen Analyseeinrichtung zur Erfassung bzw. Messung artspezifischer stofflicher Parameter zugeführt wird.

18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß vor jeder Messung des zu untersuchenden Stoffes das umgebende Medium, wie Luft od. dgl., von den strahlungselektrischen Wandlern und der angeschlossenen spektrometrischen Analyse-

seeinrichtung erfaßt und gemessen wird, und die aus dieser vorstehenden Messung abgeleiteten Meßwerte zur Standardisierung des Ruhesignals der strahlungselektrischen Wandler herangezogen werden.

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß durch Vorbeiführen des zu untersuchenden Stoffes an mindestens einem strahlungselektrischen Wandler eine signifikante Änderung dessen Ausgangssignales eingeleitet wird, welche Änderung zur Aktivierung der Spektralanalyse des Stoffes herangezogen wird.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgangssignale der strahlungselektrischen Wandler während der Zeitdauer des Vorbeiführens des zu messenden Stoffes zumindest in zumindest zwei, vorzugsweise vorbestimmten, Zeitintervallen der Spektralanalyse unterzogen werden.

21. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 17 bis 20, mit einer Strahlungsquelle und einer strahlungselektrischen Sensoreinrichtung, insbesondere zur Steuerung von selbsttätigen Sortiervorrichtungen, vorzugsweise für Kunststoffkörper, wie Kunststoffflaschen, Verpackungsmaterial etc., dadurch gekennzeichnet, daß eine Fördereinrichtung (1) zum Einbringen des zu untersuchenden Stoffes (2) in den Strahlengang der Strahlungsquelle (4) zu mehreren strahlungselektrischen Wandlern (5) vorgesehen ist, daß an die strahlungselektrischen Wandler (5) eine spektrometrische Analyseeinrichtung (3) mit einer elektronischen, digitalen Recheneinrichtung (8) angeschlossen ist, die eine vorzugsweise digitale, Speichereinrichtung für unterschiedlichen Stoffen zugeordneten Soll-Spektren und eine, vorzugsweise digitale, Vergleichseinrichtung für die von den strahlungselektrischen Wandlern (5) zugeführten und in funktionellem Zusammenhang mit dem Ist-Spektrum des untersuchten Stoffes (2) stehenden Ausgangssignale aufweist.

22. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausgangssignal der Vergleichseinrichtung einer Positioniereinrichtung (9) für eine verstellbare Weiche (10) der Fördereinrichtung zur selektiven Beschickung von Lagerbehältern (14) od. dgl. zuführbar ist.

23. Vorrichtung nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Speichereinrichtung und/oder die Vergleichseinrichtung ebenfalls als digitale Einrichtung(en) ausgebildet ist bzw. sind.

24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß an mindestens einen strahlungselektrischen Wandler (5) zumindest mittelbar ein Schwellwertschalter bzw. eine Schwellwert-Programmfunktion zur Aktivierung des Spektralanalyseprozesses angeschlossen ist.

25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 24, dadurch gekennzeichnet, die strahlungselektrischen Wandler (5) in Form einer Zeile oder einer Matrix an inander gereiht sind, wobei eine Steuerungseinrichtung, z. B. ein Schieberegister, zur zeitsequentiellen Zuführung der Ausgangssignale der Wandler (5) an die Recheneinrichtung (8) vorgesehen ist.

26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlungsquelle (4) und/oder die strahlungselektrischen

Wandler (5) entfernt vom zu messenden Stoff (2) angeordnet sind und über Strahlungsleiter bzw. Faseroptiksysteme mit dem zu messenden Stoff (2) in Wirkverbindung bringbar ist bzw. sind.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

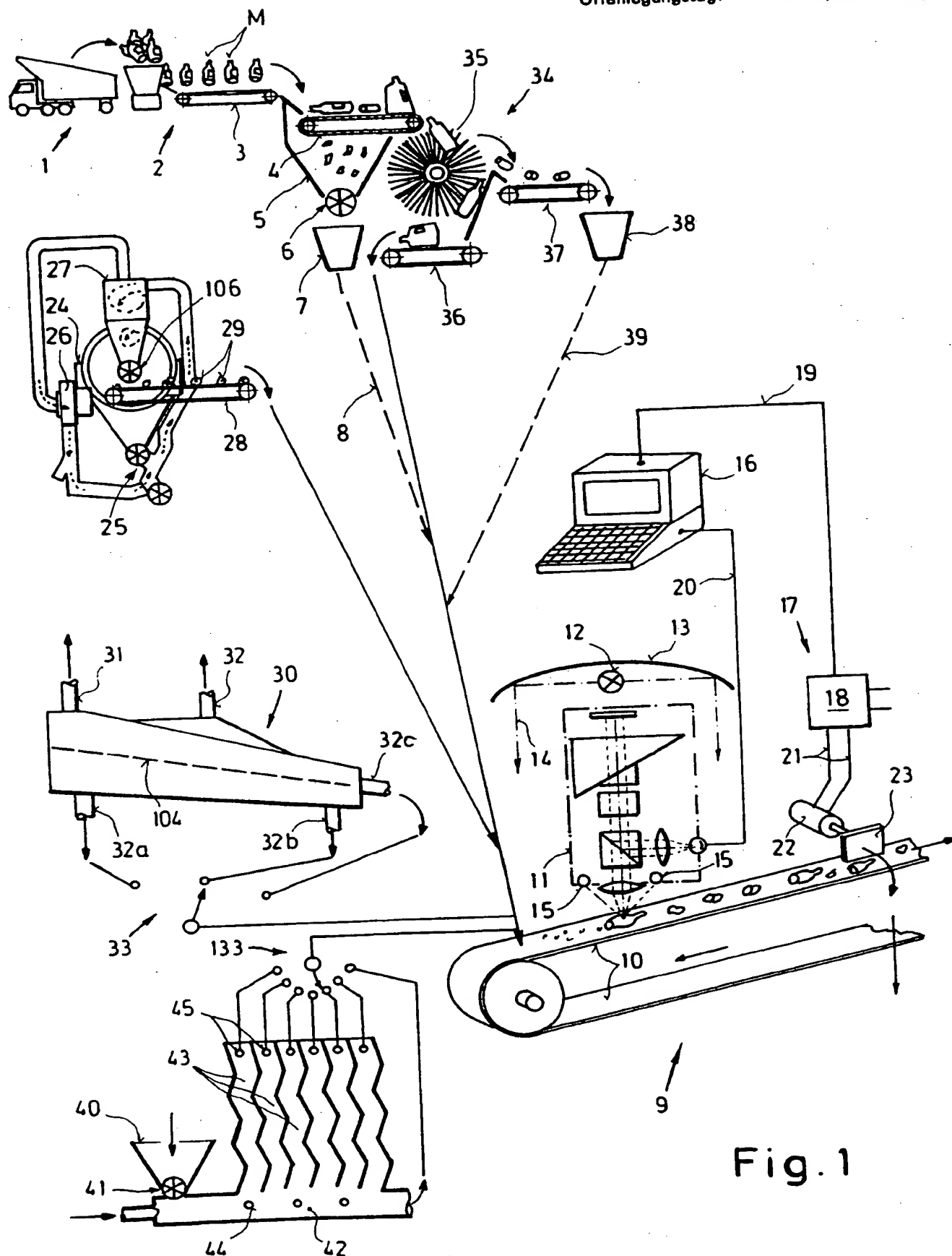


Fig. 1

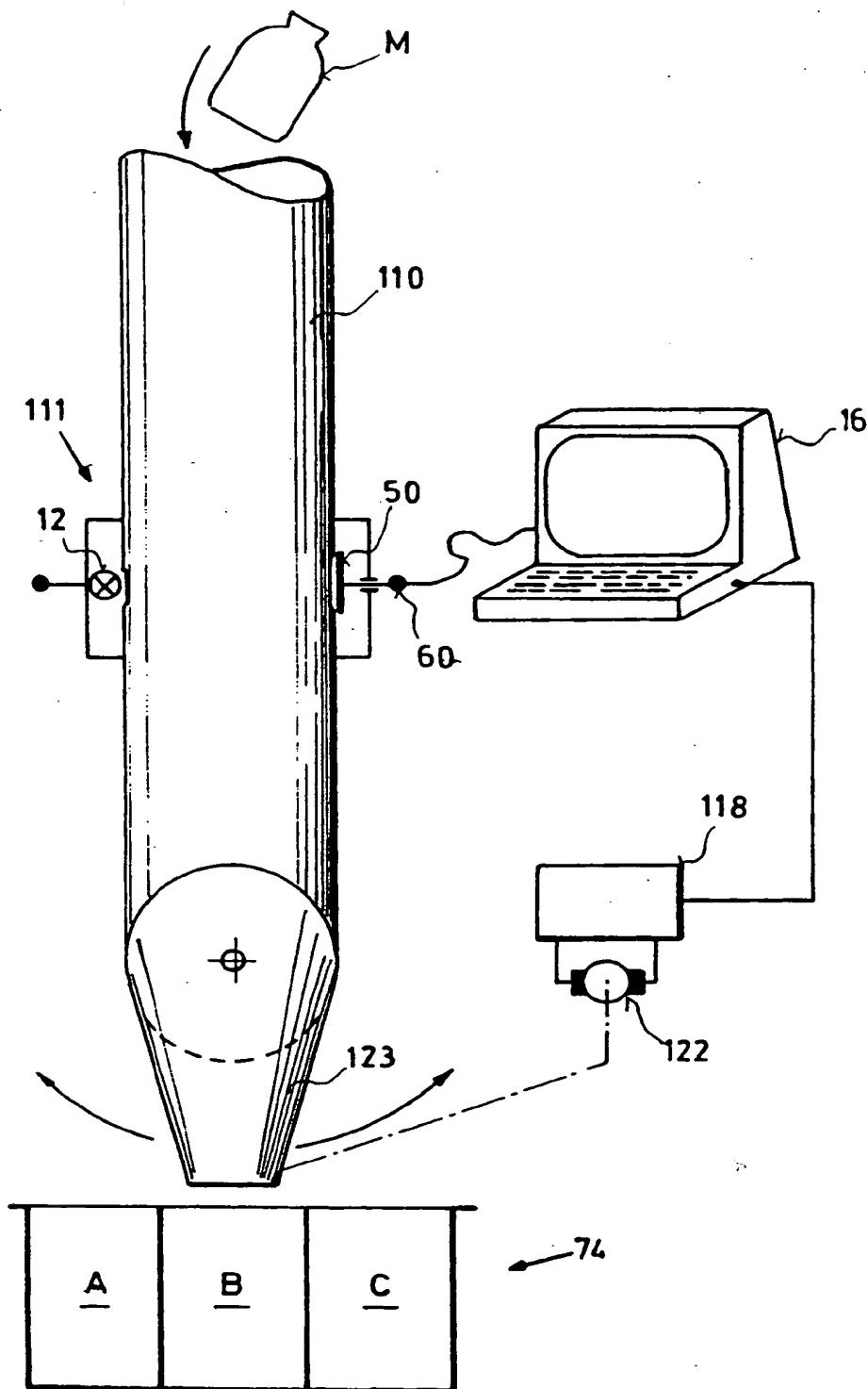


Fig. 2